

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-177165

(43)Date of publication of application : 02.07.1999

(51)Int.Cl.

H01S 3/083

(21)Application number : 09-356328

(71)Applicant : NATL AEROSPACE LAB

(22)Date of filing : 10.12.1997

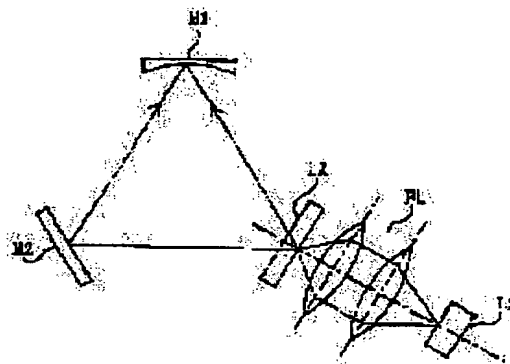
(72)Inventor : TAKIZAWA MINORU

## (54) LIGHT EXCITATION METHOD FOR SOLID STATE LASER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To raise excitation efficiency and to miniaturize a device, by extending excitation action distance of a solid state laser element of excitation light.

**SOLUTION:** Related to a laser resonator comprising a solid state laser element LR and a plurality of high-reflectivity mirrors M1 and m, an in-element passage optical path wherein a resonance laser light is made incident on the surface of solid state laser element LR from non-vertical direction, reflecting on a rear surface for out-going from the surface is provided for excitation action distance more than element's thickness, while the light having an optical axis vertical to an element surface is emitted from a rear point through the rear surface side of the solid state laser element, which is the outside of a laser resonance path for efficient excitation of the solid state laser element LR.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.12.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 21.08.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-177165

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 S 3/083

識別記号

F I

H 0 1 S 3/083

審査請求 有 請求項の数 4 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平9-356328

(22) 出願日 平成9年(1997)12月10日

(71) 出願人 391037397

科学技術庁航空宇宙技術研究所長

東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1

(72) 発明者 滝沢 実

東京都日野市大字万願寺330-1

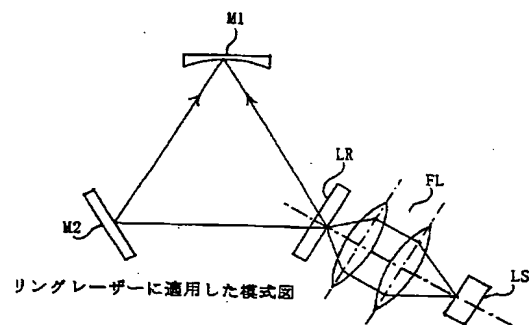
(74) 代理人 弁理士 大城 重信 (外1名)

(54) 【発明の名称】 固体レーザーの光励起方式

(57) 【要約】

【課題】 励起光の固体レーザー素子の励起作用距離を長くとり励起効率を上げると共に、装置を小型化する。

【解決手段】 固体レーザー素子と複数の高反射率ミラーからなるレーザー共振器において、共振レーザー光が該固体レーザー素子の表面に非垂直方向から入射し、裏面に於いて反射して表面より出射するような素子内通過光路をとるようにして素子の厚み以上の励起作用距離をとると共に、レーザー共振路の外側となる固体レーザー素子の裏面側から、素子面に垂直な光軸を持つ光を近距離から照射することによって該固体レーザー素子を効率よく励起する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体レーザー素子と複数の高反射率ミラーからなるレーザー共振器において、共振レーザー光が該固体レーザー素子の表面に非垂直方向から入射し、裏面に於いて反射して表面より出射するような素子内通過光路をとることを特徴とする固体レーザーの光励起方式。

【請求項2】 レーザー共振路の外側となる固体レーザー素子の裏面側から、素子面に垂直な光軸を持つ光を直接照射することによって該固体レーザー素子を励起することを特徴とする請求項1に記載の固体レーザーの光励起方式。

【請求項3】 多角形の一頂点に高反射率の凹面鏡、他の一頂点に固体レーザー素子を、そして残りの頂点に高反射率の平面鏡を配設してリングレーザー共振器を構成する請求項1又は請求項2に記載の固体レーザーの光励起方式。

【請求項4】 底点に固体レーザー素子、頂点の一方に高反射率の凹面鏡他方に高反射率の平面鏡を配設してV字形リニアレーザー共振器を構成する請求項1又は請求項2に記載の固体レーザーの光励起方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体レーザーの光励起方式に関し、とくにリングレーザージャイロ等に利用されている全固体リングレーザーおよび全固体V字形リニアレーザー装置における光励起方式に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、リングレーザーはHe-Ne等のガスを封入したレーザー発振管をリング共振器内に挿入し、それに高電圧を印加することによりリングレーザーを発振させる技術が確立され、リングレーザージャイロ等に利用されている。近年この種リングレーザーを利用する装置は、その長寿命化、信頼性向上、小型軽量化などの要求に対して、ガスを封入したレーザー発振管に替えて、固体レーザー素子をリング共振器内に挿入し、それを光で励起する方式の全固体リングレーザー技術の研究開発が進められているところである。またリニアレーザーについても、レーザー装置の長寿命化、小型化等の要求に対応してやはり全固体リニアレーザーの開発が進められている。本発明は全固体リングレーザーおよび全固体V字形リニアレーザーに対する優れた光励起方式を提供するものである。

【0003】従来の全固体リングレーザーの光励起方式の模式図を図4に示す。全固体リングレーザーはこの図に示されるように、高反射率ミラーM1、M2、M3でリング共振器を構成し、その内部に挿入する固体レーザー素子LR、該固体レーザー素子を励起するための励起光源LS、および該励起光を該固体レーザー素子LRに集光するためのレンズ系FLとから構成されている。一般にM1はリング

共振器光路長の半分の焦点距離を持つ凹面ミラー、M2およびM3は平面ミラーが使用される。ミラーM3はリング外部から入射される励起光を約100% 効率よく透過させるために、その外面には励起光に対する反射防止膜が施されている。また該固体レーザー素子LRはミラーM1の焦点位置に置かれ、該固体レーザー素子LRの高光吸収結晶軸と励起光の電気ベクトル軸との整合が取られるのが一般的である。レーザー発振に必要な光励起条件は上記の条件のほか、固体レーザー素子LR内の光励起エネルギー密度をレーザー発振に必要なエネルギー密度以上に高めることである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の光励起方式はレーザー発振に必要な光エネルギー密度を得るために、固体レーザー素子LRの中心部に焦点を結ぶようにミラーM3の外部から光を集光する構成を採用している。この方式では共振器内のレーザー発振光の光軸と励起光の光軸を一致させ、固体レーザー素子LRの端面をそれらの光軸に垂直に設定した場合、励起光が該固体レーザー素子LRを通過する距離、すなわちレーザー発振に必要な光エネルギー密度を備えた励起光の固体レーザー素子の励起作用距離は、該固体レーザー素子LRの厚さ以内に制限されてしまう。また励起光をミラーM3の外部から固体レーザー素子LRに集光させるためには焦点距離の長い、かつ口径の大きいレンズ系を使用することが必要となり、どうしても装置が大型になってしまう等の問題があった。

【0005】ここでは主に全固体リングレーザーの従来の光励起方式について述べたが、全固体V字形リニアレーザーの光励起方式についても、上記した従来の光励起方式が採用され、全固体リングレーザーの場合と同様の問題が存在している。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、図1、図2に示すように、従来のリングレーザーやV字形リニアレーザー装置に於いて、ミラーが配置されていた位置に固体レーザー素子を配置する構成とするものである。その構成により、固体レーザー素子内を通過するリングレーザー発振光の光路が、図5に示されるように従来の素子厚み距離（a：太線で図示）ではなく、裏面での反射を経てV字状に形成（b：細線で図示）されることとなり、励起光による固体レーザー素子LRの光励起作用距離を従来の励起方式より遥かに長くとることができるものである。ちなみにリング光路を正三角形とすれば従来の素子厚みに対し約2.3倍となるため、その分光励起効率を高めることができ、リングレーザーの発振出力を高めることができる。

## 【0007】

【作用】まず、本発明をリングレーザーに適用した装置を考える。図1に示されるようにリング共振器のリングを二等辺三角形で構成するが、その頂点に高反射率の凹

面鏡M1を配置し、底点の一方には高反射率の平面鏡M2と他方には固体レーザー素子LRを配設する。そして、二等辺三角形をなす三辺の内の二辺がそれぞれの鏡面で交わる形になるが、それぞれの反射面の向きはその二辺と鏡面とのなす角が共に等しくなるように設定される。またリング共振器外部よりその固体レーザー素子LRを励起するために、励起光源LSと集光レンズ光学系FLを備えているが、この光学系の光学軸は該固体レーザー素子LR表面に直交するように設定される。

【0008】この様に構成されることによって、励起光源LSから発光された光はレンズ系FLを介して固体レーザー素子LRの裏面に焦点を結ぶように直交方向より入射される。この光による励起を受けて固体レーザー素子LRより発光されるレーザー光は、平面鏡M2と凹面鏡M1で反射され固体レーザー素子LRに戻り、更にその裏面で反射されて再び平面鏡M2へと循環する時計廻りリングレーザー発振光と、凹面鏡M1から平面鏡M2を経て固体レーザー素子LRに戻り、更にその裏面で反射されて再び凹面鏡M1へと循環する反時計廻りリングレーザー発振光とを生じる。この際、時計廻り反時計廻りのリングレーザー発振光が固体レーザー素子LR内を通過する距離はその表面から入射し裏面で反射し、又表面から出射するまでの光路となり、これは従来装置の光路すなわち固体レーザー素子LRの厚みより遥かに長いものとなる。そのため、その分だけ光励起効率を高めることができることになる。

【0009】次に本発明をV字形リニアレーザーに適用して説明すると、その装置は図2に示されるようになる。すなわち底点に固体レーザー素子LRが配置され、両頂点の一方に高反射率凹面鏡M1が他方に高反射率の平面鏡M2が配設される。そしてその凹面鏡M1と平面鏡M2の向きは、入射方向に反射するように光軸に直交するように設定され、固体レーザー素子はその裏面において反射されるレーザー光の入射角と反射角が等しくなる向きに設定される。また、V字形リニア共振器外部よりその固体レーザー素子LRを励起するための励起光源LSとレンズ光学系FLからなる励起用の光学系は、リングレーザーの場合と同様にその光学軸が該固体レーザー素子LR表面に直交するように設定される。

【0010】この様に構成されることによって、リングレーザーの場合と同様に、励起光源LSから発光された光は集光レンズ系FLを介して固体レーザー素子LRの裏面に直交する方向より入射され、その光による励起を受けて発光されるレーザー光は、凹面鏡M1で反射されて固体レーザー素子LRに戻り、その裏面で反射され平面鏡M2へ出射され、更に平面鏡M2で反射されて固体レーザー素子LRへと再び戻る。最初に平面鏡M2に向かったレーザー光もそれとは逆の光路を採るだけで、結局はいずれも固体レーザー素子LRを介して凹面鏡M1と平面鏡M2との間で往復振動する動作となり、これでV字形の共振器を構成する。レーザー発振光が固体レーザー素子LR内を通過する

距離はその表面から入射し裏面で反射し、又表面から出射するまでの光路となるのはリングレーザーの場合と全く同様である。固体レーザー素子LR内を通過する距離は従来の素子厚みの2倍以上となり、やはり光励起効率を高めることができるものである。

【0011】

【発明の実施の形態】図3に本発明による半導体レーザー励起型全固体リングレーザー装置ASRL (An All Solid Ring Laser) の実施例を示す。このASRLは高反射率ミラーM1、M2 および平板状の固体レーザー素子に高反射率膜RMを施したLRとからリング共振器を構成し、該固体レーザー素子LRの外部から半導体レーザーLDの出力光を、集光レンズ系FLによって励起光を固体レーザー素子LRの端面に垂直に照射することにより、リングレーザーの発振動作を実現するものである。M1は凹面鏡であり、リング共振器光路長の半分の焦点距離を持ち、かつレーザー発振光を約100% 反射させる機能を備えている。M2は平面鏡であり、M1と同様にレーザー発振光を約100% 反射させる機能を備えている。ここで焦点距離をリング共振器光路長の半分としたのはビームが拡散しないで収束され、リングレーザーの発振効率が高まることを考慮したものである。

【0012】また固体レーザー素子LRはNd:YVO<sub>4</sub>やNd:YAC等の固体レーザー素子を平板状に成形し、その外部端面にはレーザー発振光を約100% 反射させる反射膜を蒸着させ、同時に半導体レーザーLDによる励起光(固体レーザー素子LRの光吸収特性に合致した波長を持つ)を約100% 透過させるための反射防止膜が蒸着される。集光レンズ系FLは半導体レーザーLDの出力光線の断面をほぼ円形に成形し、光線径を一旦拡張して平行光線にし、さらにそれを固体レーザー素子LR端面に集光させる機能を備えている。半導体レーザー素子LDについては上記の通り固体レーザー素子LRの光吸収特性に合致した波長の光を出力するもので、かつ固体レーザー素子LR内に集光された励起光のエネルギー密度をレーザー発振に必要なエネルギー密度以上に高められるだけの出力を有するものが使用される。

【0013】全固体V字形リニアレーザーも上記の全固体リングレーザーの実施例と同様の態様で実施できるが、凹面鏡M1の焦点距離に関しては発振効率を高めるために、該凹面鏡と他の頂点の平面鏡M2間の距離に合わされるのが適当である。

【0014】

【発明の効果】本発明は、励起光のパワーおよび固体レーザー素子(結晶)を従来方式と同じものとすれば、結晶中の励起作用領域を通過するレーザー発振光の光路長を従来方式より2倍以上長くすることができるため、光励起効率を高めることができ、リングレーザーおよびV字形リニアレーザーの出力を高めることができるといふ、この種レーザー共振器の基本動作において顕著な効

果を有する。

【0015】また、集光レンズによって結晶の外部端面に直接励起光を集光できるため、従来のものに比べ励起効率が抜群に良く、焦点距離の短い、かつ口径の小さい集光レンズ系の使用が可能となり、装置を小型化できるという効果を生ずる。

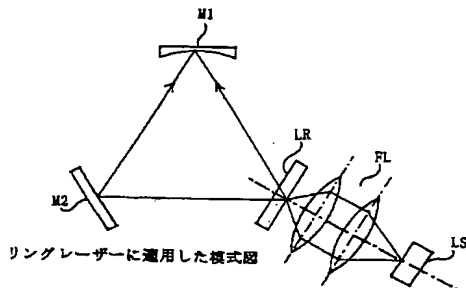
【0016】更に、固体レーザー素子自身にリング共振器におけるミラー機能を持たせているため、従来のものに比べミラーを一枚減らすことができ、材料のコストを低減できるという効果をももつものである。

【図面の簡単な説明】

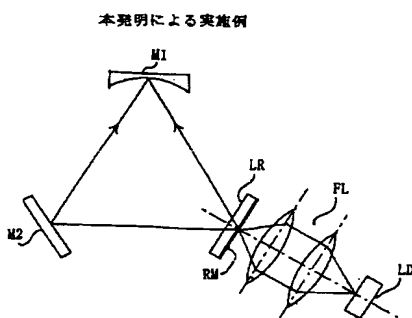
【図1】本発明による光励起方式をリングレーザー装置に適用した模式図

【図2】本発明による光励起方式をV字形リニアレー

【図1】



【図3】



ザー装置に適用した模式図

【図3】本発明によるリングレーザー装置の実施例

【図4】従来の光励起方式によるリングレーザー装置の模式図

【図5】固体レーザー素子内通過光路の本発明と従来のものと比較図

【符号の説明】

LR 固体レーザー素子

M1 高反射率凹面鏡

10 M2, M3 高反射率平面鏡

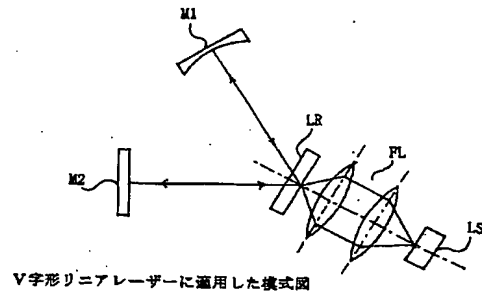
LS 励起光源

FL 集光レンズ系

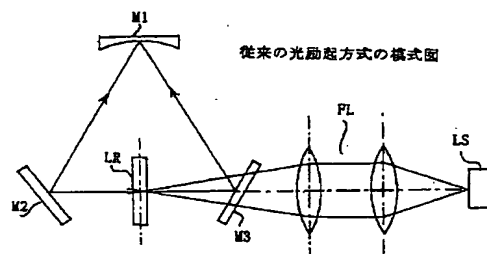
RM 高反射率膜

LD 半導体レーザー

【図2】



【図4】



【図5】

